

Roboter und digitale Zwillinge heben die Medizin auf das nächste Level



Minimalinvasive Roboterchirurgie mit dem da Vinci-Operationssystem
© envato

Was haben digitale Zwillinge und Cobots gemeinsam? Sie entlasten Ärzte, verbessern die Qualität der medizinischen Versorgung und erhöhen Effizienz und Sicherheit. Wie digitale Zwillinge die Prozessoptimierung vorantreiben und kollaborative Roboter medizinisches Personal bei präzisen und empfindlichen Aufgaben unterstützen.

Digitale Zwillinge für Spitzenleistung

Technische Produkte in der Medizin verlangen höchste Qualität, Sicherheit und nachgewiesenen Nutzen. Die Entwicklung von Medizintechnik folgt strengen Regularien. Ein digitaler Zwilling hilft bei der Optimierung. Er ist eine virtuelle Nachbildung des tatsächlichen medizinischen Geräts und spiegelt alle wichtigen Eigenschaften, Funktionen und Verhaltensweisen des realen Geräts genau wider. Dies ermöglicht virtuelle Tests, Analysen und Optimierungen des Geräts, bevor es hergestellt oder eingesetzt wird. So sind detaillierte Simulationen und Analysen von Produktionsabläufen möglich. In der Medizintechnik ergeben sich dadurch vielfältige Chancen zur Feinabstimmung und Verbesserung von Herstellungsprozessen. Die präzise Simulation erlaubt beispielsweise die Erkennung potenzieller Engpässe und Fehlerquellen und ermöglicht auch die Optimierung von Parametern für maximale Effizienz.

Simulation entlang der gesamten Fertigungsprozesse

Laut Stefan Pflaum, Leiter Product & Lifecycle Excellence Global bei Siemens Healthineers, werden

auch ganze Fertigungsprozesse basierend auf digitalen Zwillingen geplant und erfolgreich eingesetzt. So entwickelte man das neue Technologie- und Fertigungs-Zentrum für Röntgenstrahler und Generatoren in seinem Forchheimer Unternehmen umfassend auf Basis von digitalen Zwillingen. Komplexe Fertigungsprozesse wurden bereits vor dem Bau der Fabrik im Computer optimiert und aufeinander abgestimmt. Dadurch konnte das Unternehmen den Raumbedarf der Produktionslinien flexibel auf die geplanten Kapazitäten auslegen. Außerdem brachte die digitale Simulation, basierend auf exakter digitaler Modellierung der Medizingerätfunktionen im Computer, in kürzerer Zeit mehr Erkenntnisse.

Entwicklungszeit verkürzen

Durch Validierung mit der Realität erreichen diese Erkenntnisse eine gleichwertige Aussagekraft. „Damit kann einerseits die Entwicklungszeit von Medizinprodukten verkürzt, wertvolle Innovationen schneller auf den Markt gebracht und damit für die klinischen Anwender und letztlich die Patienten früher verfügbar gemacht werden. Andererseits werden weniger Prototypen, Muster, Ressourcen und Material während der Entwicklungsphase verbraucht. Dies führt zu einer positiven Bilanz bei den Entwicklungskosten sowie zu höherer Nachhaltigkeit bei gleichzeitiger Sicherstellung höchster Qualität“, sagt Pflaum.

Digitale Simulationen zur Echtzeitüberwachung und -steuerung

Auch nach der Entwicklungsphase sind digitale Simulationen sehr wertvoll. Viele Medizinprodukte – besonders die Großgeräte in der Diagnostik – bleiben in der Regel weiterhin digital mit dem Hersteller vernetzt, wenn sie in Krankenhäusern oder medizinischen Einrichtungen in Betrieb gehen. „Das bedeutet, dass wir über ein digitales Monitoring frühzeitig Indikatoren für Fehlfunktionen bzw. einen notwendigen Verschleißteil-Austausch



Stefan Pflaum,
Siemens Healthineers

bekommen“, sagt Dr. Oliver Welzel, Senior Key Expert Digital Twin Product Lifecycle Management bei Siemens Healthineers. „Mit digitalen Zwillingen der jeweiligen Medizinprodukte vor Ort können wir noch schneller eine Fehleranalyse und eine effektive, effiziente Reparatur durchführen, bzw. proaktiv einen Service-Termin mit dem Kunden vereinbaren, bevor ein Defekt entsteht und den Termin auch so planen, dass der Patientenbetrieb so wenig wie möglich gestört wird. Dadurch sind wir in der Lage, die Verfügbarkeit unserer Produkte im Krankenhaus sowie in den medizinischen Einrichtungen noch besser sicherzustellen.“

Durch das Monitoring der Medizinprodukte, die bereits in Gebrauch sind, lassen sich mithilfe der Simulationen auf Basis von übermittelten Fehlerindikatoren dedizierte Fehlerdiagnosen remote – also ohne aufwändigen Servicetechni-



Dr. Oliver Welzel,
© Siemens Healthineers

NürnbergMesse GmbH
www.nuernbergmesse.de
www.medteclive.com/de/



Jennifer Schlichting © Stäubli

ker-Einsatz vor Ort – durchführen. Oft kann ohne Verbrauch, bzw. mit ganz exakt eingegrenzter Identifikation von Ersatzteilen, die einwandfreie Funktion des Produktes wieder hergestellt werden.

Kollaborative Roboter im Operationssaal

Kollaborativ Roboter, auch bekannt als Cobots ermöglichen eine sichere Zusammenarbeit zwischen Mensch und Maschine. Ihre Anwendungsbereiche erstrecken sich über die gesamte medizinische Produktion und Forschung. Es wird unterschieden zwischen Robotern, die medizinische Tätigkeiten ausführen – sie sind ein Medizinprodukt – und Robotern, die in der Produktion von Medizinprodukten unterstützen, welche keine Zertifizierung benötigen.

Als Medizinprodukt zeigen Cobots ihr Potenzial bei der Durchführung präziser und empfindlicher Aufgaben, unterstützt durch menschliche Kontrolle. Beispielsweise in der Chirurgie, wo Cobots Instrumente oder Hilfsmittel sehr präzise positionieren können. Laut Jennifer Schlichting, Business Developer Medical Robotics bei Stäubli Tec-Systems, erreichen ihre Roboter eine Genauigkeit von 0,3 mm – das schafft ein Mensch nicht, da selbst bei hoher Konzentration die Hände immer leicht zittern. „Damit profitieren Patienten, weil es so zu weniger Komplikationen, weniger Schmerzen und einer schnelleren Genesung kommt“, sagt Schlichting.

Präzisionsroboter für das Operationsfeld

Zudem können Roboter in der Bildgebung eingesetzt werden,

indem zum Beispiel hochauflösende Kamerasysteme mit dem Roboter verbunden werden. Ärzte erhalten einen Einblick ins Operationsfeld, ohne dass sie dabei nach vorne beugen müssen. Im Operationsraum kann der Roboter dann eine Position sehr genau anfahren. Der Roboter von Stäubli wurde deshalb mit einer Kamera verbunden. Ein Navigationssystem überprüft die Position, die dann mit der Bildgebung wie einem Röntgensystem oder Ultraschallsystem kombiniert wird. Das medizinische Personal ist in der Lage exakt vorzugeben, in welchem Winkel welcher Punkt angefahren werden soll und kontrolliert dies mithilfe der Bildgebung. „Roboter erhalten die Zielkoordinaten und können dann den Bewegungsablauf automatisch abfahren, wie zum Beispiel die genaue Platzierung eines Biopsiekanals, sodass das medizinische Personal nur noch die Nadel setzen muss“, so Schlichting.

Cobots können mit diversen Sensoren ausgestattet werden. Beispielsweise mit Kraft-Momentensensoren, die es dem Anwender ermöglichen, den Roboter per Hand an einen gewissen Punkt zu fahren oder ein Instrument auf einer exakten Linie ein Stück weiter hinten oder weiter vorne zu positionieren, wie es beim Roboter von Stäubli Tec-Systems der Fall ist. Zusätzlich zu ihren „Augen“, ihrer Kamera, sollen Roboter als Medizinprodukte künftig auch einen Tastsinn erhalten.

Cobots für minimalinvasive Eingriffe

Das Start-up Surag Medical, eine Ausgründung aus dem Universitätsklinikum Magdeburg, hat ein System entwickelt, das die Navigation bei Nadelintervention anhand von Vibration unterstützen soll. Zum Beispiel muss bei Epidural- oder Spinalanästhesie ohne Bildgebung die Nadel in einen Bereich der Wirbelsäule eingestochen werden, in dem viele Nervenbahnen verlaufen und sich weitere anatomische Strukturen befinden, die nicht verletzt werden sollten. Bis ein Arzt das durchführen kann, erfordert es enorm viel Erfahrung und Übung. „Vibrationen werden generiert, wenn eine Nadel mit Gewebe interagiert. Jede Gewebeschicht

hat unterschiedliche mechanische Eigenschaften, daher erzeugt jede Schicht eine andere Schwingung, wenn man mit der Nadel durchsticht. Wir haben also einen Sensor entwickelt, der so sensitiv ist, dass er Schwingungen erfassen und interpretieren kann, die der Mensch nicht wahrnimmt. Der kann dann Rückmeldung darüber geben, in welcher Struktur du angekommen bist. Das kann zum Beispiel der Spinalraum sein. Der ist von einer Schicht umgeben, die eine bestimmte Art von Vibration erzeugt“, sagt Moritz Spiller, CEO bei Surag.

Diese Sensorik ist für die Neurologie oder die Anästhesie geeignet. Dadurch soll die Anzahl der Einstichversuche reduziert und Zeit gespart werden. In manchen Fällen ist beispielsweise ein CT-Bild notwendig, was im Ablauf des Krankenhauses nicht eingeplant ist, und auch zusätzliche Kosten verursacht. „Es gibt schon viele Roboter mit Bilderkennungsalgorithmen, die in verschiedenen Bereichen Einzug finden. Eine Kamera hat vielleicht 120 Bilder pro Sekunde, wohingegen unsere Tasttechnologie 44.000 Werte pro Sekunde erfassen kann. So können Prozesse erfasst werden, die nicht sichtbar sind.“

Die Anforderungen an die Hardware sind minimal und auch die zu verarbeitenden Datenmengen bleiben gering im Vergleich zu einem HD-Video“, sagt Spiller. Es gab bereits Versuche mit Da Vinci, dem weltweit am häufigsten eingesetzten roboter-assistierten Operationssystem. Hier wurde mit der Sensorik von Surag versucht, pulsierende Gefäße aufzuspüren, die häufig in der Robotik nicht erkannt werden. In der offenen Chirurgie hat man das sonst vor dem Schneiden



Moritz Spiller, © SURAG

mit den Händen ertastet, was mit dem Roboter ohne Tastsinn nicht mehr geht.

Vielversprechende Zukunft

Der Blick in die Zukunft zeigt, dass die Synergien dieser Technologien nicht nur Kosten senken, sondern auch die Medizintechnik schneller und innovativer machen werden. Diese Kombination verspricht Fortschritte in der Patientenversorgung und eine beschleunigte Entwicklung neuer Technologien.

„Auch auf der diesjährigen MedtecLIVE vom 18. bis zum 20. Juni in Stuttgart werden die neuesten Entwicklungen in der Automatisierung der Medizintechnik von großer Bedeutung sein. Technologien wie Robotik sind entscheidend für die Weiterentwicklung der Branche. Auf der MedtecLIVE kommen Experten, Unternehmen und Innovatoren zusammen, um die Potenziale dieser Entwicklungen zu diskutieren und Lösungen zu präsentieren. Diese Veranstaltung bietet eine Gelegenheit, um in die Zukunft der Medizintechnik zu blicken“, sagt Christopher Boss, Geschäftsführer der MedtecLIVE GmbH und Executive Director der Veranstaltung. ◀



OP-Roboter im Einsatz, © Stäubli